

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
з дисципліни

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ

*(для студентів 5 курсу спеціальностей
7.06010107 і 8.06010107- «Теплогазопостачання і вентиляція»)*

ХАРКІВ
ХНАМГ
2012

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматизація систем теплогазопостачання і вентиляції» (для студентів 5 курсу спеціальностей 7.06010107 і 8.06010107 - «Теплогазопостачання і вентиляція») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: С. М. Нубарян – Х.: ХНАМГ, 2012. – 32 с.

Укладач: к. т. н., доц. С. М. Нубарян

Методичні вказівки побудовані за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу та узгоджені з орієнтованою структурою змісту навчальної дисципліни, рекомендованою Європейською Кредитно-Трансферною Системою (ECTS).

Рекомендовано для студентів будівельних спеціальностей

Рецензент: к. т. н., проф. В. С. Сідак

Затверджено на засіданні каф. Експлуатації газових і теплових систем
протокол № 3 від 24.03.2011 р.

ЗМІСТ	стор.
Загальні положення.....	4
Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт.....	6
Основні відомості про газорозподільні пристрої систем газопостачання.....	6
Лабораторна робота № 1. Дослідження роботи регулятора тиску газу типу РДУК-2 в лінії редукування ГРП	8
1. Мета роботи.....	8
2. Устаткування й інструмент для проведення роботи.....	8
3. Теоретичні положення.....	8
3.1 Основні відомості про регулятори тиску газу.....	8
3.2 Принципи вибору регулятора тиску газу.....	12
4. Порядок виконання роботи.....	14
5. Зміст звіту.....	16
6. Контрольні питання.....	16
Лабораторна робота № 2. Дослідження роботи запобіжного скидного клапана типу ЗСК-50	17
1. Мета роботи.....	17
2. Устаткування і інструмент для проведення роботи.....	17
3. Теоретичні положення.....	17
3.1 Основні відомості про запобіжні скидні клапани.....	17
3.2 Принцип дії і конструкції ЗСК.....	18
4. Порядок виконання роботи.....	21
5. Зміст звіту.....	22
6. Контрольні питання.....	22
Лабораторна робота № 3. Дослідження роботи запобіжного запірного клапана типу ПКН.....	23
1. Мета роботи.....	23
2. Устаткування й інструмент для проведення роботи.....	23
3. Теоретичні положення.....	23
3.1 Основні відомості про запобіжні запірні клапани.....	23
3.2 Принцип дії і конструкція клапана типу ПКН.....	24
4. Порядок виконання роботи.....	25
5. Зміст звіту.....	26
6. Контрольні питання.....	26
Список використаних джерел.....	27
Додаток 1.....	27
Додаток 2.....	29
Додаток 3.....	31

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Перший цикл лабораторних робіт із автоматизації систем ТГВ присвячений вивченню роботи основних елементів газорозподільних пристроїв систем газопостачання та їх автоматизації. В якості газорозподільного пристрою в лабораторних роботах розглядається газорегуляторний пункт (ГРП).

Лабораторні роботи цього циклу виконують з метою закріплення отриманих на теоретичних заняттях знань, а також вивчення принципів дії і дослідження роботи основного устаткування ГРП при різних режимах їх функціонування. Виконання лабораторних робіт припускає отримання практичних навиків, необхідних при експлуатації засобів автоматизації, які використовують на ГРП. В якості засобів автоматизації в лабораторних роботах розглядають регулятор тиску й запобіжну арматура (запобіжний скидний клапан – ЗСК і запобіжний запірний - ЗЗК).

Лабораторні роботи виконують на одному лабораторному стенді, що є натурним макетом ГРП, схема якого приведена на рис. 1. При виконанні робіт від студентів вимагають творчого підходу в плані проведення експериментів, а також уміння аналізувати і робити висновки за наслідками конкретних досліджень. Усі роботи виконують в учбовій лабораторії кафедри «Експлуатація газових і теплових систем». Тривалість кожної роботи – 2 години. Студенти, що приступають до виконання лабораторних робіт, мусять:

- вивчити і дотримуватись правил техніки безпеки при виконанні робіт;
- ознайомитися із змістом роботи і методикою її проведення;
- ознайомитися з технологічним оснащенням і виконати експериментальну частину роботи;
- скласти і оформити в установленому порядку звіт про виконану роботу.

Лабораторна робота вважається за виконану після пред'явлення оформленого звіту і відповіді на контрольні питання. Захист звіту по кожній виконаній лабораторній роботі підтверджується підписом викладача.

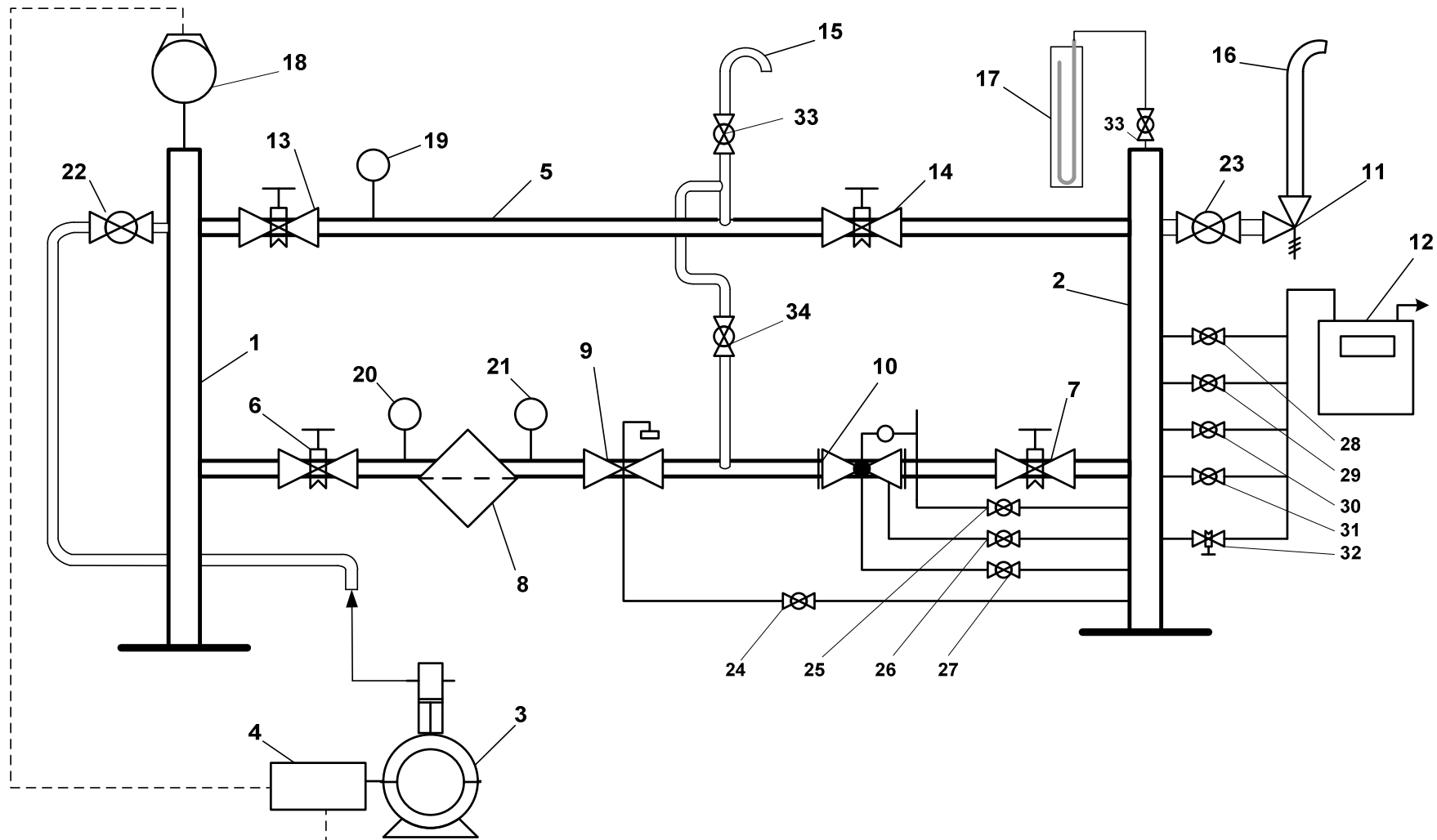


Рис. 1 – Схема лабораторного стенду

1- вхідний колектор; 2- вихідний колектор; 3- компресор; 4- схема управління компресором; 5- байпасна лінія; 6, 7- вхідна і вихідна засувки; 8- фільтр газу; 9- ЗЗК; 10- регулятор тиску; 11- ЗСК; 12- лічильник газу; 13, 14- засувки; 15- продувочна свічка; 16- скидна свічка; 17- U-подібний манометр; 18- електроконтактний манометр; 19,20,21- контрольні манометри; 22,23- крани; 24,25,26,27-крани в імпульсних лініях; 28,29,30,31,32-вихідні регулювальні крани; 33,34 - продувочні крани; 35-контрольний кран.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Перед початком роботи слід:

- перевірити видиме заземлення корпусу компресорної установки;
- перевірити наявність огорожі рухомих частин електродвигуна компресорної установки;
- перед пуском компресора переконатися, що в ньому немає якого-небудь інструменту, деталі або іншого предмету, а крани на продувочних свічках закриті.

При виконанні лабораторної роботи необхідно:

- виконувати тільки ту роботу, яка доручена викладачем;
- повідомляти лаборанта (викладачеві) про всі відхилення в роботі устаткування;
- при виявленні напруги на металевих частинах компресора і лабораторної установки негайно вимкнути їх і повідомити про це лаборантові або викладачеві;
- працювати справним інструментом і дотримуватися правила поведінки з ним;
- під час роботи компресора остерігатися захоплення одягу, рук або волосся рухомими частинами машини;
- при виникненні аварійних ситуацій негайно зупинити компресор натисненням червоної кнопки на ньому і відключити його від електромережі;
- бути уважним і акуратним під час виконання роботи;
- не відволікатися самому і не відволікати інших сторонніми розмовами;
- після закінчення роботи вимкнути устаткування, скинути надлишковий тиск повітря з системи, прибрати робоче місце і здати інструмент.

ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ГАЗОРОЗПОДІЛЬНІ ПРИСТРОЇ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

Основними газорозподільними пристроями при газопостачанні є газорозподільні станції (ГРС) і газорегуляторні пункти (ГРП), які розташовуються на територіях населених пунктів, промислових і комунальних підприємств. Залежно від величини тиску газу на вході в ГРП їх підрозділяють на ГРП високого тиску (понад 0,3 МПа), середнього тиску (до 0,3 МПа) і низького тиску (до 5 кПа).

У населених пунктах ГРП розміщують в окремих будівлях, внутрішні приміщення яких мають природне і штучне освітлення, систему опалювання і вентиляції. Стельове перекриття всіх ГРП виконані у вигляді легких конструкцій, що складаються.

Устаткування ГРП складається з наступних основних вузлів і елементів: вузла регулювання тиску газу; запобіжних клапанів; запірної арматури, продувочних ліній; а також контрольно-вимірювальних приладів; вузла обліку газу і байпасного газопроводу. Крім того, на ГРП присутнє допоміжне устаткування, що призначене для обігріву приміщення ГРП. Загальна технологічна схема ГРП приведена на рис. 2.

Газ високого або середнього тиску поступає до вузла редукування, що складається по ходу руху газу з наступних елементів: вхідний вимикаючий пристрій, фільтр газу, запобіжно-запірний клапан, регулятор тиску, лічильник

газу і вихідний вимикаючий пристрій. Крім того на ГРП має бути наявність запобіжно-скидного клапана.

В якості відключаючих пристроїв на ГРП використовують сталеві клинові засувки.

Для очищення газу від механічних домішок і пилу використовують різні фільтри – сітчасті, волосяні і вісцинові. Допустимий перепад тиску газу на фільтрі не має перевищувати 10 кПа, інакше фільтр підлягає очищенню.

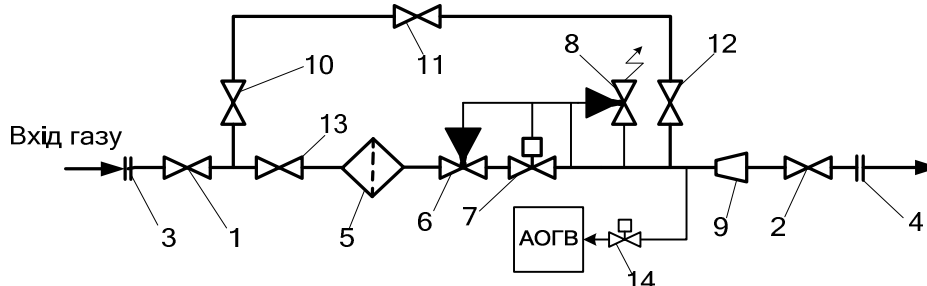


Рис. 2 – Загальна технологічна схема ГРП:

1,2 – вимикаючі засувки; 3,4 – ізолюючі фланці; 5- фільтр газу; 6 – ЗЗК;
7- регулятор тиску; 8 – ЗСК; 9- вузол обліку газу; 10,11,12,13 – запірна арматура
14 – регулятор газу опалювального агрегату.

Регулятор тиску газу знижує тиск і підтримує його постійним після себе за будь-якої величини газоспоживання. Тепер практично на всіх експлуатованих ГРП застосовують регулятори тиску прямої дії, в яких для перестановки органу, що дроселує, використовують енергію регульованого середовища.

Вихідний тиск з ГРП контролюється запобіжно-запірним клапаном (ЗЗК) і запобіжно-скидним клапаном (ЗСК) і у разі відхилення тиску газу від норми відбувається спрацювання клапанів.

ЗЗК контролює верхню і нижню межі відхилення вихідного тиску, а ЗСК – тільки верхній. Для тупикових систем газопостачання ЗСК налаштовується на менший тиск спрацювання (10-15 %), ніж ЗЗК ($\pm 20-25$ %) від номінального вихідного тиску. Таким чином, ЗСК спрацює раніше ЗЗК. При спрацюванні ЗСК здійснюється скидання газу в атмосферу, що відбувається через різке зниження споживання газу або нещільності в регуляторі тиску при його закритому стані. Для закільцьованих ГРП, з метою запобігання втратам газу, налаштування спрацювання ЗСК відповідає (20-25 %) від номінального вихідного тиску, а ЗЗК – 10-15 %.

Включення ЗЗК можна здійснити тільки вручну обслуговуючим персоналом після усунення причин, які викликали його спрацювання, що необхідне для запобігання аваріям і нещасним випадкам при пуску газу.

Для забезпечення нормальної роботи регулятора тиску температура навколишнього повітря в ГРП має бути не менше 5 °С, оскільки при дроселюванні газу відбувається зниження його температури, що може привести до утворення кристалогідратів і виходу з ладу регулятора. Підтримка позитивної температури в приміщенні ГРП в холодну пору року здійснюється за допомогою опалювача (АОГВ), що використовує як паливо власний газ низького тиску.

Для виключення дії на устаткування ГРП блукаючих електричних струмів вхідний і вихідний газопроводи підключають через ізолюючі фланці, що виконані з діелектричних матеріалів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Дослідження роботи регулятора тиску газу типу РДУК-2 в лінії редукування ГРП

1. МЕТА РОБОТИ

- 1.1. Ознайомлення з роботою регулятора тиску газу типу РДУК-2.
- 1.2. Дослідження роботи регулятора тиску газу при різних режимах.
- 1.3. Отримання витратних характеристик регулятора тиску газу типу РДУК-2-50.
- 1.4. Моделювання аварійних ситуацій при роботі регулятора тиску газу.

2. УСТАТКУВАННЯ І ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

- 2.1. Лінія редукування з регулятором тиску газу типу РДУК-2-50.
- 2.2. Повітряний компресор ($P_{вих} = 1,0$ МПа).
- 2.3. Водяний мікроманометр (шкала ± 300 мм вод. ст.).
- 2.4. Набір гайкових ключів для здійснення регулювання тиску.
- 2.5. Лічильник газу.

3. ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1. Основні відомості про регулятори тиску газу

Управління гідравлічним режимом роботи системи газорозподілу здійснюють за допомогою регулятора тиску, який автоматично підтримує постійний тиск у точці відбору імпульсу незалежно від інтенсивності споживання газу. При регулюванні тиску відбувається зниження початкового - більш високого тиску на кінцеве – більш низьке. Цього досягають автоматичною зміною ступеня відкриття органу регулятора, що дроселює, унаслідок чого змінюється гідравлічний опір потоку газу, що проходить.

Залежно від підтримуваного тиску регулятори підрозділяють на регулятори «до себе» і «після себе». У ГРП (ГРУ) застосовують тільки регулятори «після себе», оскільки контрольований тиск в газопроводі знаходиться після регулятора тиску.

Регулятор тиску складається з виконавчого механізму і регулюючого органу. Основною частиною виконавчого механізму є чутливий елемент, який порівнює сигнали задатчика і поточного значення регульованого тиску. Виконавчий механізм перетворює командний сигнал у регулюючу дію й у відповідне переміщення рухомої частини регулюючого органу за рахунок енергії регульованого середовища. У цьому випадку регулятор називають регулятором прямої дії. Якщо ж перестановочне зусилля в регуляторі здійснюється за рахунок енергії від зовнішнього джерела (електричної, стислого повітря, гідравлічної), то регулятор називають регулятором непрямої дії.

Для підвищення точності регулювання і збільшення перестановочного зусилля між чутливим елементом і регулюючим органом може встановлюватися підсилювач - командний прилад, званий «пілотом». Вимірник управляє підсилювачем, в якому за рахунок дії енергії робочого середовища створюється зусилля, що передається на регулюючий орган.

Оскільки в регулюючих органах регуляторів тиску відбувається дроселювання газу, то їх також називають дроселюючими органами.

У зв'язку з тим, що регулятор тиску газу призначений для підтримки постійного тиску в заданій точці газової мережі, то завжди необхідно розглядати систему автоматичного регулювання в цілому «регулятор – мережа (об'єкт регулювання)». У регуляторах тиску газу використовують принцип регулювання з відхилення тиску газу в мережі. Різниця між необхідним і фактичним значеннями регульованого тиску називають розузгодженням, яке може виникати унаслідок різних обурень в газовій мережі, – або через різницю між притоком газу в ній і відбором газу, або через зміни вхідного тиску газу.

Правильний підбір регулятора тиску має забезпечити стійкість системи «регулятор - газова мережа», тобто здатність її повертатися до первинного стану після припинення дії обурення.

Виходячи з прийнятого закону регулювання, який використовують у регуляторі, регулятори тиску можуть бути астатичними, статичними і ізодромними.

У системах газорозподілу два перші типи регуляторів набули найбільшого поширення.

В *астатичних* регуляторах (рис. Л1. 1-а) на чутливий елемент (мембрану) діє постійна сила від вантажу 2. Активна (протидіюча) сила — це посилення, яке сприймає мембрана від вихідного тиску P_2 , що передається імпульсною трубкою 3. При збільшенні відбору газу з мережі 4 зменшуватиметься тиск P_2 , баланс сил порушиться, мембрана зміститься вниз і регулюючий орган відчиниться.

Такі регулятори після обурення приводять регульований тиск до заданого значення незалежно від величини навантаження і положення регулюючого органу. Рівновага системи може наступити тільки при заданому значенні регульованого тиску, причому регулюючий орган може займати будь-який стан. Такі регулятори слід застосовувати на мережах з великим самовирівнюванням (наприклад, в газових мережах низького тиску достатньо великої місткості).

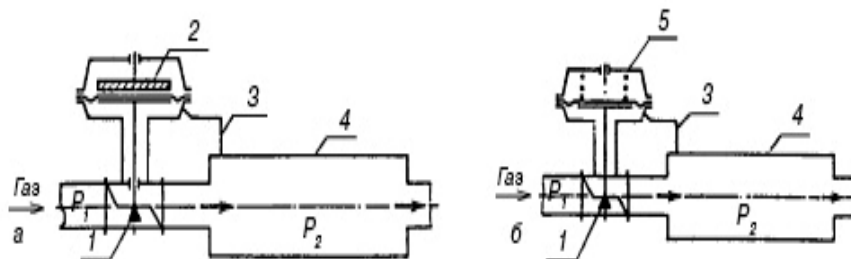


Рис. Л1.1 - Схеми регуляторів тиску

а) - астатичний регулятор, б) - статичний регулятор:

- 1 - регулюючий (дросельний) орган; 2 - мембранно-вантажний привід; 3 - імпульсна трубка;
- 4 - об'єкт регулювання - газова мережа; 5 - мембранно-пружинний привід

Люфти, тертя в з'єднаннях можуть призвести до того, що регулювання стане нестійким. Для стабілізації процесу в регулятор вводять жорсткий зворотний зв'язок. Такі регулятори називають статичними. При статичному регулюванні рівноважне значення регульованого тиску завжди відрізняється від

заданої величини, і лише при номінальному навантаженні фактичне значення дорівнює номінальному. Статичні регулятори характеризуються нерівномірністю регулювання (статичною помилкою).

У регуляторі (рис. Л1. 1-б) вантаж замінений пружиною - стабілізуючим пристроєм. Зусилля, що розвивається пружиною, пропорційно її деформації. Коли мембрана знаходиться в крайньому верхньому стані (регулюючий орган закритий), пружина набуває найбільшого ступеня стискання і P_2 - максимальне. При повністю відкритому регулюючому органі значення P_2 зменшується до мінімального. Статичну характеристику регуляторів вибирають пологою, з тим щоб нерівномірність регулятора була невеликою, при цьому процес регулювання стає затухаючим.

Ізодромний регулятор (з пружним зворотним зв'язком) при відхиленні регульованого тиску P_2 спочатку перемістить регулюючий орган на величину, що пропорційна величині відхилення, але якщо при цьому тиск P_2 не прийде до заданого значення, то регулюючий орган переміщатиметься до тих пір, поки тиск P_2 не досягне заданого значення.

Для регуляторів тиску газу характерні наступні параметри:

- *статична помилка* — відхилення регульованого тиску від заданого при сталому режимі, також називають нерівномірністю регулювання;
- *динамічна помилка* — максимальне відхилення тиску в перехідний період від одного режиму до іншого;
- *хід клапана* — відстань, на яку переміщається клапан від сідла;
- *діапазон налаштування* — різниця між верхньою і нижньою межами тиску, між яким може бути здійснене налаштування регулятора;
- *верхня межа налаштування* — максимальний вихідний тиск, на який може бути налаштований регулятор;
- *зона регулювання* — різниця між регульованим тиском при 10 % і 90 % від максимальної витрати;
- *зона нечутливості* — різниця регульованого тиску, необхідного для зміни напрямку руху регулюючого органу;
- *зона пропорційності* — зміна регульованого тиску, необхідна для переміщення регулюючого органу (клапана) на значення його номінального (повного) ходу;
- *умовна пропускна спроможність K_v* — величина, що дорівнює витраті води в $\text{м}^3/\text{год.}$, щільністю 1000 кг/м^3 через регулятор при номінальному (повному) ході клапана і перепаді тиску $0,1 \text{ МПа}$ (1 кг/см^2);
- *відносна протічка* — відношення максимального значення протічки води через затвор регулюючого органу при перепаді тиску на $0,1 \text{ МПа}$ і умовній пропускній спроможності K_v .

Конструкції регуляторів тиску газу мають задовольняти наступним вимогам:

- зона пропорційності не має перевищувати 20 % верхньої межі налаштування вихідного тиску для комбінованих регуляторів і регуляторів балонних установок і 10 % для всіх інших регуляторів;

- зона нечутливості не має бути більше 2,5 % верхньої межі налаштування вихідного тиску;
- стала часу (час перехідного процесу регулювання при різких змінах витрати газу або вхідного тиску) не має перевищувати 60 секунд;
- основними елементами регулюючих (дросельних) органів є затвори. У системах газопостачання в основному застосовують регулятори з одно - і двохсідельними затворами (рис. Л1. 2).

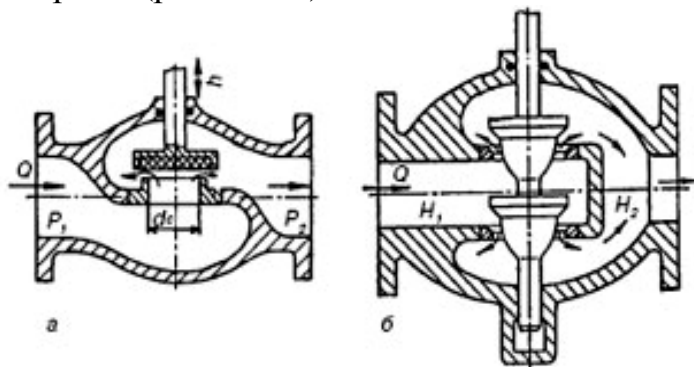


Рис. Л1.2 - Схема органів регуляторів тиску газу, що дроселюють
а — з односідельним затвором; б — з двохсідельним затвором

Односідельні і двохсідельні затвори виконують як з жорстким ущільненням (метал по металу), так і з еластичним (прокладки з маслобензостійкої гуми, шкіри, фторопласту і т. п.). Такі затвори складаються з сідла і клапана. Гідністю односідельних затворів є те, що вони легко забезпечують герметичність ущільнення.

Проте клапани односідельних затворів є не розвантаженими, оскільки на них діє різниця вхідного і вихідного тиску.

Двохсідельні затвори за тих же умов володіють значно більшою пропускною спроможністю унаслідок більшої сумарної площі прохідного перетину сідел. Ці клапани є розвантаженими, проте за відсутності витрати газу вони не забезпечують герметичності, що пояснюється трудностю посадки затвора одночасно за двома площастями. Двохсідельні регулюючі органи використовують частіше в регуляторах з постійним джерелом енергії.

У регуляторах тиску газу, які встановлюють у ГРП, як чутливий елемент і одночасно привід використовують плоскі й гофровані мембрани.

Плоска мембрана є круглою плоскою пластиною з еластичного матеріалу. Мембрану затискають між фланцями верхньої і нижньої мембранних кришок. Центральна частина мембрани з обох боків затиснута між двома круглими металевими обтисковими дисками, які збільшують перестановочне зусилля і зменшують нерівномірність регулювання.

Перестановочне зусилля, що розвивається мембраною, залежить від величини її ефективної площі, яке залежне від прогинання мембрани. Перестановочне зусилля визначають за формулою:

$$N = cFP,$$

де c - коефіцієнт активності мембрани; F - площа мембрани (проекція на площину її закладення); P - надмірний тиск робочого середовища; cF — активна площа мембрани.

Залежність коефіцієнта активності мембрани від величини її відносного прогинання Δh зображена на рис. Л1.3.

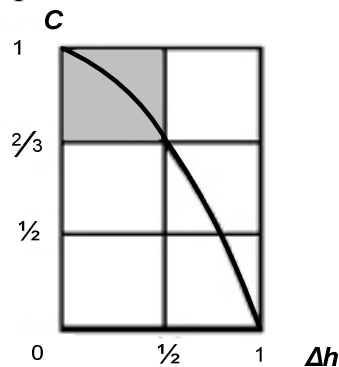


Рис. Л1.3.

У зв'язку з тим, що при різному прогинанні мембрани значення коефіцієнта активності змінюються, змінюється і перестановочне зусилля мембрани. Це створює нерівномірність регулювання. Тому для плоскої мембрани з двома обтисковими металевими дисками (діаметром 0,8 діаметра мембрани) оптимальною є ділянка на кривій при зміні Δh від 0 до 1/2, відповідно, коефіцієнт активності змінюється в межах від 1 до 2/3 (від 100 до 67 %).

3.2. Принципи вибору регулятора тиску газу

Регулятори тиску газу підбираються з урахуванням наступних чинників:

- тип об'єкту регулювання;
- максимальна і мінімальна необхідна витрата газу;
- максимальний і мінімальний вхідний і вихідний тиск;
- точність регулювання (максимально допустиме відхилення регульованого тиску і час перехідного процесу регулювання);
- необхідність повної герметичності при закритті регулятора;
- акустичні вимоги до роботи регуляторів з високим вхідним тиском і великими витратами газу.

Основною вимогою при підборі регулятора тиску є забезпечення стійкості його роботи на всіх можливих режимах, що найпростіше добитися правильним вибором регулятора для того або іншого об'єкту. Для тупикового газопроводу (з відбором газу в кінці газопроводу) слід застосовувати статичні регулятори прямої дії. У разі великих витрат газу — непрямої дії. Для кільцевих і розгалужених газових мереж, враховуючи їх здібність до самовирівнювання, в принципі можна використовувати будь-які типи регуляторів. Але оскільки ці мережі мають зазвичай великі розрахункові витрати, то краще застосовувати астатичні регулятори з пілотом. Ці регулятори дозволяють точніше підтримувати тиск після себе.

Нерівномірність регулювання у статичних регуляторів тиску прямої дії дорівнює $\pm(0-20) \%$, у астатичних із пілотом $\pm(5-10) \%$.

Пропускнну спроможність регуляторів тиску зазвичай визначають по аналогії із течією газу через звужуючий пристрій, вважаючи процес за адіабатичний. При постійному входному тиску P_1 швидкість течії і об'ємна витрата ростуть із зменшенням проти тиску (вихідного тиску) P_2 тільки до досягнення відношення P_2/P_1 визначеного для даного газу значення, яке називають критичним (P_2 і P_1 - абсолютний тиск).

Для природного газу з показником адіабати $K = 1,31$ критичне відношення можна приймати рівним 0,5. Тобто в регуляторі тиску, який підтримує низький тиск 2000 Па (200 мм вод. ст.), при входному надмірному тиску в 0,1 МПа і більше настає критичний режим течії газу. При цьому швидкість газу, що проходить через сідло, постійна і дорівнює швидкості звуку в даному газі, який досягнуто при критичному відношенні тиску.

Об'ємна витрата газу за робочих умов залишається незмінною і при подальшому пониженні тиску P_2 і підвищенні P_1 . Проте при цьому змінюється масова витрата газу, а також об'ємна витрата, що приведена до нормальних фізичних умов.

При докритичному режимі течії пропускну спроможність визначають квадратичною залежністю різниці входного і вихідного тиску (перепаду тиску) $\Delta P = P_1 - P_2$. При критичному ж і надкритичному режимах пропускну спроможність залежить тільки від входного тиску і прямо пропорційна йому.

Пропускну спроможність регулятора тиску з односідельним затвором (регулятор типу РДУК-2) можна визначити за формулою:

$$Q_0 = 1595 \cdot \varphi \cdot k \cdot P_1 \cdot f_c \cdot \sqrt{1/\rho_0},$$

де Q_0 - витрата газу через регулятор, м³/год (при $P = 0,1013$ МПа, $t = 0$ °С);

φ - коефіцієнт, що залежний для даного газу від P_2/P_1 (рис. Л1.4);

k - коефіцієнт витрати (приводиться в характеристиці регулятора);

f_c - площа сідла, см²;

P_1, P_2 — абсолютний тиск, МПа;

ρ_0 - щільність газу, кг/м³ (при $P = 0,1013$ МПа, $t = 0$ °С).

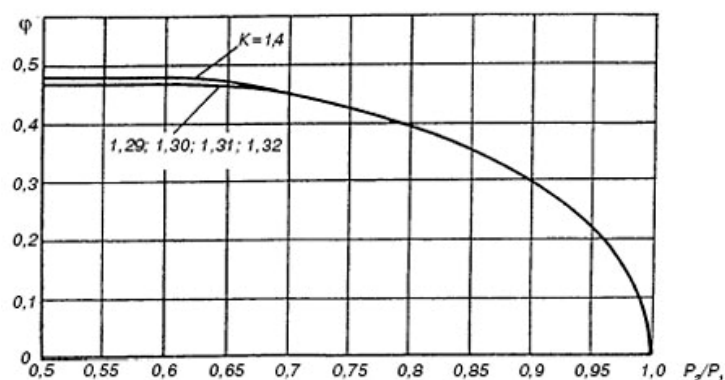


Рис. Л1.4 - Залежність коефіцієнта φ від P_2/P_1

Вибір регулятора проводять за умов, що його пропускну спроможність має бути на 15–20 % більше максимальної годинної витрати газу необхідного споживачу. Це означає, що регулятор буде завантажений при максимальному

газоспоживанні не більше, ніж на 80 %, а при мінімальному газоспоживанні – не менше, ніж на 10 %. Якщо ця умова не виконуватиметься, то при максимальному відборі газу регулюючий орган буде повністю відкритий і не зможе виконувати функції регулювання. Регулювання будк забезпечене тільки тоді, коли регулюючий орган і виконавчий механізм знаходяться в рухомому стані. При зниженні відбору газу нижче граничного, можуть виникнути автоколивання (пульсації, вібрації) клапана.

При зменшенні витрати газу через регулятор, а також при збільшенні тиску на вході в регулятор часто виникають незгасаючі різкі коливання вихідного тиску, так зване «хитання». У першому випадку клапан регулятора знаходиться на малій висоті від сідла і навіть невеликі переміщення клапана приводять до відчутної зміни витрати. У другому випадку збільшений вхідний тиск притискує клапан до сідла і виникають коливання клапана.

Причинами «хитання» вихідного тиску може бути нестабільність газового потоку на вході до регулятора через близькість до нього різних пристроїв, що створюють місцеві опори. Нестабільний потік газу впливає безпосередньо на тарілку клапана регулятора. При цьому «хитання» вихідного тиску можуть викликати наступні причини:

- недостатнє налаштування режиму роботи регульованими дроселями;
- відбір імпульсу вихідного тиску в точці газопроводу, де потік газу має нестабільні параметри;
- наявність різких звужень імпульсного трубопроводу;
- неякісне врізання імпульсного газопроводу в стінку вихідного газопроводу;
- настроювальна пружина пілота не відторцьована або дуже «м'яка»;
- стяжний вузол мембрани пілота встановлений не по центру;
- клапан пілота нерівномірно по площині підходить до кромки сідла;
- дефекти опорної тарілки пружини пілота;

4. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

4.1. Ознайомитися з конструкцією, характеристиками і принципом дії регулятора тиску типу РДУК-2-50 (див. додаток 1).

4.2. Відкрити і зафіксувати запобіжний запірний клапан (див. мал. 1).

4.3. Максимально відвернути регулювальний стакан 10 (див. мал. .ПЗ), тим самим встановивши вихідний тиск регулятора, рівний нулю.

4.4. На лабораторній установці відкрити вхідну 6 і вихідну 7 засувки, закрити засувки 13 і 14 в байпасній лінії відкрити вхідний кран а також закрити вихідні крани 28-32 і кран 33.

4.5. Скинути залишковий тиск в системі шляхом відкриття і закриття продувочних кранів 33 і 34.

4.6. Установити вхідний тиск по електроконтактному манометру 18 в діапазоні $P_{\min} = 0,25$ $P_{\max} = 0,3$ МПа.

4.7. Відкрити крани 25, 26 і 27 в імпульсних лініях регулятора тиску.

4.8. Включити компресор і почекати поки він відключиться (подальше включення і виключення компресора відбуватиметься автоматично в діапазоні тиску, вказаному в п.4.6).

4.9. Плавно відкрити кран 35 і по вихідному контрольному приладу 17 установити вихідний тиск регулятора, що дорівнює 300 мм вод. ст. плавним загвинчуванням регулювального стакана «пілота» регулятора тиску. Переконайтеся в стабільності підтримки вихідного тиску (відсутність пульсацій).

4.10. Не міняючи налаштувань регулятора тиску газу змініть значення вхідного тиску, встановлюючи його за електроконтактним манометром 18, фіксуючи при цьому значення вихідного тиску за свідченнями контрольного приладу.

4.11. Повторити п. 4.9 при наступних номінальних значеннях вхідного тиску: 0,05 МПа; 0,1 МПа; 0,2 МПа; 0,4 МПа; 0,5 МПа; 0,6 МПа.

4.12. Змініть налаштування вихідного тиску регулятора, встановлюючи їх такими, що дорівнюють 150 мм вод. ст. (відгвинчування регулювального стакану «пілота») і 450 мм вод. ст.(загвинчування регулювального стакану «пілота»), кожного разу слідуючи вказівкам пп. 4.9 – 4.11.

4.13. Результати вимірювань занести в таблицю Л.1.1.

Таблиця Л.1.1- Дані режимів роботи регулятора тиску газу РДУК-2

Рвх, МПа	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Налаштування регулятора	300 мм вод. ст.						
Рвих, мм вод. ст.							
Налаштування регулятора	150 мм вод. ст.						
Рвих, мм вод. ст.							
Налаштування регулятора	450 мм вод. ст.						
Рвих, мм вод. ст.							

4.14. Встановити вихідний тиск регулятора 300 мм вод. ст. при вхідному тиску 0,3 МПа

4.15. Послідовно відкрити вихідні крани 28 – 32, кожного разу фіксуючи вихідний тиск за контрольним приладом 17 і кількість газу за лічильником 12.

4.16. Повторіть п. 5.14 і п 4.15 для вихідного тиску регулятора 200, 400 і 500 мм вод. ст. за номінального вхідного тиску 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 0,6 МПа.

4.17. Результати вимірювань занесіть до таблиці Л1.2.

Таблиця Л1.2- Визначення витратних характеристик регулятора тиску РДУК-2

Р_{вх}, МПа	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Налаштування регулятора	300 мм вод. ст.					
Р_{вих}, мм вод. ст.						
Q, м³/год						
Налаштування регулятора	200 мм вод. ст.					
Р_{вих}, мм вод. ст.						
Q, м³/год						
Налаштування регулятора	400 мм вод. ст.					
Р_{вих}, мм вод. ст.						
Q, м³/год						
Налаштування регулятора	500 мм вод. ст.					
Р_{вих}, мм вод. ст.						
Q, м³/год						

4.18^{*}. Зміною ступеня відкриття кранів 26 і 27 за манометром 17 визначити стійкість роботи регулятора тиску.

5. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану лабораторну роботу, яку подають до захисту повинен містити наступне:

- 5.1. Мета лабораторної роботи.
- 5.2. Ескізний варіант схеми проведення випробувань відповідно до схеми лабораторної установки.
- 5.3. Таблиці Л1.1 і Л1.2 з отриманими експериментальними даними.
- 5.4. Графік залежності $P_{\text{вих}} = f(P_{\text{вх}})$ при різних налаштуваннях регулятора (визначення стабільності роботи).
- 5.5. Графіки пропускної спроможності регулятора при різних його налаштуваннях і різному вхідному тиску.
- 5.6. Висновки по роботі.

6. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 6.1. Назвіть основне технологічне устаткування ГРП.
- 6.2. Регулятором якої дії є регулятор тиску типу РДУК-2?
- 6.3. Для чого необхідний «пілот» у регуляторі РДУК-2?
- 6.4. Як підбирають регулятори тиску газу на ГРП?
- 6.5. Як розраховують пропускну спроможність регуляторів тиску газу?
- 6.6. Назвіть основні причини, що порушують роботу регуляторів тиску.

* Пункт 4.18 слід виконувати тільки в присутності викладача або навчального персоналу

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Дослідження роботи запобіжного скидного клапана типу ЗСК-50

1. МЕТА РОБОТИ

- 1.1. Ознайомлення з роботою запобіжного скидного клапана типу ЗСК-50.
- 1.2. Отримання витратних характеристик запобіжного скидного клапана типу ЗСК-50.

2. УСТАТКУВАННЯ Й ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

- 2.1. Лінія редукування з регулятором тиску газу типу РДУК-2-50 і запобіжним скидним клапаном типу ЗСК-50.
- 2.2. Повітряний компресор ($P_{вих} = 1,0$ МПа).
- 2.3. Водяний мікроманометр (шкала ± 300 мм вод. ст.).
- 2.4. Лічильник газу.
- 2.5. Набір гайкових ключів для здійснення регулювання.

3. ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1. Основні відомості про запобіжні скидні клапани

Для скидання газу за регулятором тиску в ГРП для випадку короточасного підвищення тиску газу понад встановлений, мають застосовуватися запобіжні скидні клапани (ЗСК).

ЗСК – це закрита в експлуатаційному стані арматура; яка відкривається на короткий період часу, а після досягнення тиску в контрольованій точці номінального значення автоматично закривається.

ЗСК можуть бути пружинні, мембранні і рідинні. Пружинні ЗСК мають бути забезпечені пристроєм для їх примусового відкриття і контрольного продування з метою запобігання примерзання або злипання золотника до сідла, а також для видалення твердих частинок, що потрапили між поверхнями ущільнювачів.

ЗСК підрозділяють на повнопідйомні і малопідйомні. У малопідйомних клапанів (типу ЗСК-50) відкриття затвора відбувається поступово, пропорційно збільшенню тиску в контрольованій точці газопроводу. Повнопідйомні клапани (типу СППКР4Р-16) відкриваються повністю і різко, а також ривком, і різко, з ударом золотника об сідло, закриваються при пониженні тиску, тобто мають двохпозиційне положення затвора: «зачинено» і «відчинено».

Досягнув максимального допустимого тиску налаштування, затвор ЗСК має безвідмовно відкриватися до повного підйому, у відкритому положенні працювати стійко. Затвор мусить закриватися при пониженні тиску до номінального або нижче за нього на 5 % і забезпечувати герметичність. У разі запізнювання закриття затвора тиск газу в мережі може значно знизитися, що може призвести до порушення режиму роботи системи, а також викиду в атмосферу великої кількості газу.

У малопідйомних ЗСК при закритті затвора після скидання необхідної кількості газу важко досягти герметичності затвора, оскільки для цього буває необхідно докласти зусилля більше, ніж у режимі «зачинено». Такі ЗСК припиняють скидання газу тільки після зменшення тиску до 0,8 - 0,85 % робочого тиску, що призводить до постійного або тривалого скидання газу в атмосферу.

Головною перевагою мембранних ЗСК є наявність в їх конструкції еластичної мембрани, що виконує роль чутливого елементу. Якщо в пружинних клапанах золотник виконує функції і чутливого елементу, і запірного органу, то в мембранних клапанах золотник виконує тільки запірні функції. Мембрана дозволяє збільшити чутливість ЗСК в цілому і розширити сферу їх використання, включаючи низький тиск газу. ЗСК мають забезпечувати відкриття при перевищенні встановленого робочого тиску не більше ніж на 15 % для тупикових ГРП і не більше ніж на 25% для закріплених ГРП.

Вибір конструкції ЗСК має проводитися відповідно до пропускної спроможності.

Кількість газу, що підлягає скиданню ЗСК, слід визначати:

- за наявності перед регулятором тиску запобіжного запірного клапана (ЗЗК) за формулою:

$$Q \geq 0,0005 \cdot Q_d,$$

де Q — кількість газу, що підлягає скиданню ЗСК протягом години при $t = 0^\circ\text{C}$ і $P_{\text{бар}} = 0,10132 \text{ МПа}$, $\text{м}^3/\text{год}$;

Q_d — розрахункова пропускна спроможність регулятора тиску при $t = 0^\circ\text{C}$ і $P_{\text{бар}} = 0,10132 \text{ МПа}$, $\text{м}^3/\text{год}$;

- за відсутності перед регулятором тиску ЗЗК за формулами:

для регуляторів тиску з сідельним затвором

$$Q \geq 0,01 \cdot Q_d;$$

для регулюючих заслінок

$$Q \geq 0,02 \cdot Q_d.$$

Малопідйомні мембранні й пружинні ЗСК мають невелику пропускну спроможність. Так, пропускна спроможність СППК4Р-50-16 (діаметр сідла 30 мм) за робочого тиску 0,125 МПа дорівнює $830 \text{ м}^3/\text{год.}$, а ЗСК-50С/125 (діаметр сідла 50 мм) — тільки $10 \text{ м}^3/\text{год.}$ Це пояснюють малою висотою підйому золотника. Пропускна спроможність клапанів ЗСК-50 (КПС-50) з направляючими ребрами на низькому тиску складає: $0,5 - 3 \text{ м}^3/\text{год.}$, на середньому — $7 - 20 \text{ м}^3/\text{год.}$ (при тиску у вхідному патрубку ЗСК 1,15 тиску налаштування).

Пропускна спроможність ЗСК-50 без направляючих ребер може при тих же параметрах прийматися удвічі більшою. Окрім цих ЗСК, скидні клапани можуть бути також частиною (складовим елементом) комбінованих регуляторів тиску газу.

3.2. Принцип дії і конструкції ЗСК

На сьогодні практично на всіх ГРП встановлюють малопідйомні мембранні ЗСК. Розглянемо на прикладі ЗСК-50 пристрій і принцип їх дії. Конструкція ЗСК-50 приведена на рис. Л2.1, а характеристики ЗСК наведені в додатку 2.

Клапан запобіжний скидної Ду 50 мм мембранного типу прямої дії встановлюють на газопроводах низького, середнього й високого тиску, а також на ГРП середнього тиску. Клапан запобіжний скидної ЗСК-50 виготовляють в кліматичному виконанні У2 по ГОСТ 15150-69, але для роботи при температурах від -10 до $+35^\circ\text{C}$.

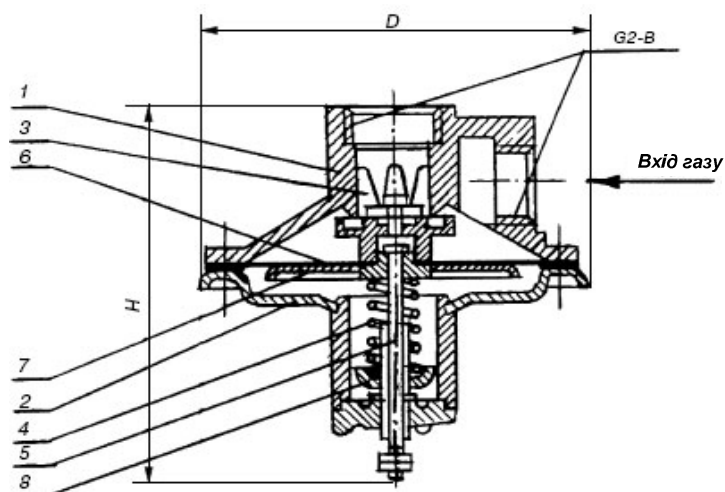


Рис. Л2.1 – Запобіжний скидний клапан ЗСК-50

1 — корпус; 2 — кришка; 3 — клапан з направляючим елементом; 4 — пружина;
5 — регулювальний гвинт; 6 — мембрана; 7 — тарілка; 8 — тарілка пружини

Чавунний корпус 1 клапана виконаний у вигляді усіченого конуса з фланцем, сідлом і двома отворами з циліндровою трубною нарізкою в два дюйми. Сідло перекривається клапаном 3 з гумовим ущільненням. Клапан зібраний з мембраною 6, яка жорстко закріплена між клапаном 3 і тарілкою 7. У свою чергу, мембрана 6 закріплена між корпусом 1 і кришкою 2. Пружина 4 затиснута між тарілками 7, 8 мембран і регулювального гвинта 5. Шляхом обертання регулювального гвинта 5 переміщається нижня тарілка 8, змінюючи, таким чином, зусилля пружини 4, яка визначає налаштування клапана 3 на тиск в заданих межах.

Газ із мережі через вхідний патрубок корпусу входить в надмембранну порожнину. При сталому режимі контрольований тиск газу в установлених межах врівноважується настроєною пружиною і клапан герметично закритий. Коли тиск газу в мережі (також і в надмембранній порожнині) перевищить межу налаштування, мембрана 6, долаючи зусилля пружини 4, опуститься разом з клапаном 3, відкриваючи при цьому вихід газу в атмосферу через вихідний патрубок. Скидання газу відбуватиметься до зниження тиску в мережі нижче настроєного, після чого під дією пружини 4 клапан 3 закриється.

Залежно від виконання випускаються:

- ЗСК-50Н/5 з пружиною низького тиску і шайбою замість тієї, що направляє;
- ЗСК-50С/50 з пружиною середнього тиску;
- ЗСК-50С/125 з пружиною середнього тиску, тарілкою мембрани, що зменшена за діаметром, і спеціальною шайбою, затиснутою між корпусом і кришкою.

Повнопідйомний пружинний скидний клапан типу СППК4Р-16 наведений на рис. Л2.2, який встановлюють на газопроводах високого й середнього тиску.

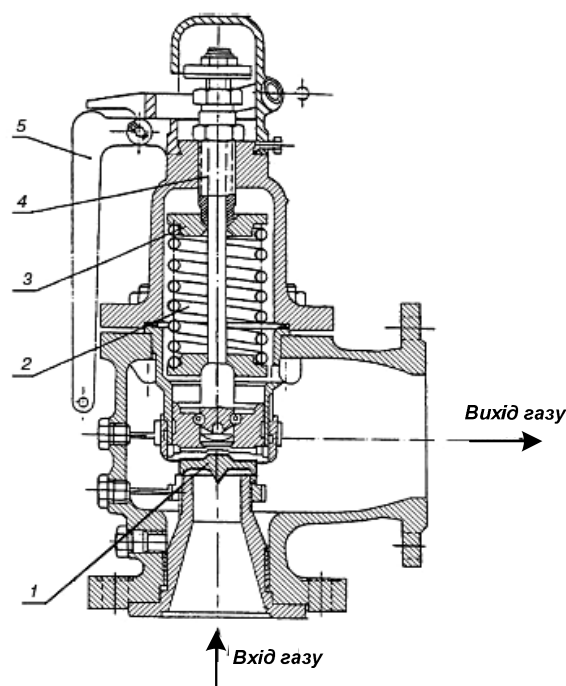


Рис. Л2.2 - Скидний клапан СПК4Р-16:

1 — золотник; 2 — пружина; 3 — опорна шайба; 4 — гвинт; 5 — важіль

Вхідний патрубок цього клапана сполучений з контрольованою ділянкою газопроводу після регулятора тиску. У корпусі клапана встановлений золотник 1, що притиснута до сідла пружиною 2, зусилля якої регулюється переміщенням опорної шайби 3 за допомогою обертання в нарізі гвинта 4. При зростанні тиску у вхідному патрубку вище заданого, золотник трохи підводиться, тиск газу починає діяти на всю торцеву поверхню золотника, яка значно більша центральної частини, внаслідок чого зростає статичний тиск, що віджимає золотник вгору. Окрім цього, скошена всередину поверхня кромки золотника відхиляє вниз потік газу, що витікає з сідла. При такому відхиленні потоку створюється реактивна сила, яка підсумовується з уже збільшеним статичним тиском на золотник. Рівновага між зусиллям пружини і тиском газу на золотник порушується, і золотник ривком піднімається в крайнє верхнє становище. При зменшенні тиску в газопроводі тиск газу на золотник не може подолати зусилля стислої пружини і золотник швидко сідає на сідло, герметично перекриваючи потік газу. Клапан забезпечений важелем 5 для примусового відкриття.

4. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

4.1. Ознайомитися з характеристиками запобіжних скидних клапанів різного типу (додаток 2).

4.2. Відкрити і зафіксувати запобіжний запірний клапан 9 на лабораторній установці (рис. 1).

4.3. На лабораторній установці відкрити вхідну 6 і вихідну 7 засувки, закрити засувки 13 і 14 в байпасній лінії відкрити вхідний кран а також закрити вихідні крани 28-32 і кран 33.

4.4. Скинути залишковий тиск у системі шляхом відкриття і закриття продувочних кранів 33 і 34.

4.5. Встановити вхідний тиск на установці по електроконтактному манометру 18 в межах $P_{\max} = 0,3$ МПа, а $P_{\min} = 0,2$ МПа.

4.6. Відкрити крани 25, 26 і 27 в імпульсних лініях регулятора тиску і максимально відвернути регулювальний стакан 10 на «пілотові» регулятора тиску, встановивши вихідний тиск регулятора, що дорівнює нулю (контролювати тиск по вихідному манометру 17).

4.7. Максимально загвинтіть регулювальний гвинт 5 на ЗСК 11, тим самим забезпечивши його герметичне закриття, і відкрити кран 23.

4.8. Включити компресор і почекати поки він відключиться (подальше включення і виключення компресора відбуватиметься автоматично в діапазоні тиску, що вказаний у п.4.5).

4.9. Загвинчуванням регулювального стакана «пілота» регулятора тиску газу встановити вихідний тиск за манометом 17, що дорівнює 300 мм вод. ст.

4.10. Встановити вихідний тиск регулятора на 15% більше початкового тиску (345 мм вод. ст.).

4.11. Плавна відгвинтіть регулювальний гвинт 5 ЗСК добийтеся його відкриття (контролювати за максимальним звуковим сигналом пристрою, що встановлений на виході скидної свічки).

4.12. Понизити вихідний тиск регулятора до повного припинення звукового сигналу і зафіксувати його за показаннями манометра 17.

4.13. Перевірити стабільність спрацьовування ЗСК, повторивши пп. 4.10 - 4.12.

4.14. Встановити вихідний тиск регулятора на 25% більше початкового (375 мм вод. ст.) і повторіть пп. 4.11 – 4.13.

4.15. Підключить до скидної свічки прилад, що вимірює витрату газу або лічильник газу.

4.16. Встановити вихідний тиск регулятора до 300 мм вод. ст. і переконатися, що вихідні крани 28 – 32 закриті.

4.17. Збільшіть вихідний тиск регулятора до 345 мм вод. ст. з кроком 5 мм вод ст. при цьому знімати дані лічильника газу.

4.18. Результати вимірювань занести в таблицю Л2.1.

4.19. Понизити вихідний тиск регулятора до початкового і далі до повної зупинки лічильника газу (відсутність витрати в скидній свічці).

4.20. Повторіть пп. 4.17 – 4.19 для початкового вихідного тиску регулятора до 200 і 400 мм вод ст.

Таблиця Л2.1- Витратні характеристики ЗСК-50

Р _{РЕГ} , мм вод ст.	300													
Р _{ВИХ} , мм вод ст.	305	310	315	320	325	330	335	340	345	-	-	-	300	
Q, м ³ /год										-	-	-		0,0
Р _{РЕГ} , мм вод ст.	400													
Р _{ВИХ} , мм вод ст.	405	410	415	420	425	430	435	440	445	450	455	460	400	
Q, м ³ /год														0,0
Р _{РЕГ} , мм вод ст.	200													
Р _{ВИХ} , мм вод ст.	205	210	215	220	225	230	-	-	-	-	-	-	200	
Q, м ³ /год							-	-	-	-	-	-		0,0

5. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про виконану лабораторну роботу, яку представляють, до захисту має містити наступне:

5.1. Мету лабораторної роботи;

5.2. Ескізний варіант схеми проведення випробувань відповідно до схеми лабораторної установки;

5.3. Таблицю Л2.1 з отриманими експериментальними даними;

5.4. Графіки пропускної спроможності ЗСК-50 при різних його налаштуваннях.

5.5. Висновки по роботі.

6. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

6.1. Назвіть основне технологічне устаткування ГРП.

6.2. Для чого призначені запобіжні скидні клапани на ГРП?

6.3. Які існують типи запобіжних скидних клапанів?

6.4. На які діапазони вихідного тиску настроюють ЗСК?

6.5. Як розраховують пропускну спроможність запобіжного скидного клапана?

6.6. Назвіть основні переваги й недоліки повнопідйомних і малопідйомних запобіжних скидних клапанів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Дослідження роботи запобіжного запірного клапана типу ПКН

1. МЕТА РОБОТИ

- 1.1. Ознайомлення з роботою запобіжного запірного клапана типу ПКН.
- 1.2. Отримання робочих характеристик запобіжного запірного клапана типу ПКН-50.

2. УСТАТКУВАННЯ І ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

- 2.1. Лінія редукування з регулятором тиску газу типу РДУК-2-50, запобіжним запірним клапаном типу ПКН-50 і запобіжним скидним клапаном ЗСК-50.
- 2.2. Повітряний компресор ($P_{вих} = 1,0$ МПа).
- 2.3. Водяний мікроманометр (шкала ± 300 мм вод. ст.).
- 2.4. Набор гайкових ключів для здійснення регулювання.

3. ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1. Основні відомості про запобіжні запірні клапани

Запобіжний запірний клапан (ЗЗК) - це відкрита в експлуатаційному стані арматура. Витрата газу через неї припиняється, як тільки в контрольованій точці газопроводу тиск досягає нижньої або верхньої межі налаштування ЗЗК.

До ЗЗК пред'являють наступні вимоги:

- забезпечення герметичного закриття подачі газу до регулятора тиску в разі підвищення або пониження тиску за ним понад встановлені межі;
- верхня межа спрацьовування ЗЗК не має перевищувати максимальний робочий тиск після регулятора більш ніж на 25 %;
- розрахунок ЗЗК на вхідний робочий тиск проводять по ряду: 0,05; 0,3; 0,6; 1,2; 1,6 МПа з діапазоном спрацьовування при підвищенні тиску від 0,002 до 0,75 МПа, а також з діапазоном спрацьовування при пониженні тиску від 0,0003 до 0,03 МПа;
- конструкція має виключати мимовільне відкриття запірного органу без втручання обслуговуючого персоналу;
- герметичність запірного органу повинна відповідати класу «А» по ГОСТ 9544-93;
- точність спрацьовування має складати $\pm 5\%$ заданих величин контрольованого тиску для ЗЗК, які встановлюють в ГРП, і $\pm 10\%$ для ЗЗК в ГРПШ і комбінованих регуляторах;
- інерційність спрацьовування має бути не більше 40–60 с.;
- вільний прохід запірного органу мусить складати не менше 80 % умовного проходу патрубків ЗЗК;
- запірний орган не має бути одночасно і виконавчим органом регулятора тиску газу (для комбінованих регуляторів).

Відбір імпульсу контрольованого тиску ЗЗК необхідно здійснювати поряд з точкою відбору імпульсу регулятора тиску, тобто на відстані від регулятора тиску не менше п'яти діаметрів вихідного газопроводу. Підключати імпульсний трубопровід ЗЗК до нижньої частини горизонтальної ділянки газопроводу неприпустимо для запобігання попадання конденсату.

ЗЗК, що встановлені в ГРПШ і об'єктових ГРП, часто використовують як виконавчі механізми автоматики безпеки, що припиняють подачу газу при відхиленні будь-якого з контрольованих параметрів за задані межі (в т.ч. і по команді сигналізатора загазованості). При цьому ЗЗК зазвичай комплектують електромагнітним пристроєм. До ЗЗК можуть відноситися також термозапірні клапани, що перекривають трубопроводи у разі підвищення температури до 80-90 °С.

У додатку 3 наведені основні технічні характеристики ЗЗК, що серійно випускаються, які є окремим самостійним устаткуванням. Проте, ЗЗК можуть бути і елементом комбінованих регуляторів тиску газу, включеними в їх конструкцію.

3.2. Принцип дії і конструкція клапана типу ПКН

Пристрій запобіжного запірного клапана зображений на рис. ЛЗ.1. Підйом клапана 9 здійснюється за допомогою вилки 12, що закріплена на поворотному валу 13, на кінці якого кріпиться важіль 14.

У клапані 9 є пристрій, що виконує функції перепускного клапана для вирівнювання тиску газу до і після клапана 9 у момент його відкриття. При відкритті клапана важіль 14 зачіпляється з анкерним важелем 15, що встановлений на перехідному фланці 2. Коромисло 16, яке встановлене в кришці 3, одним кінцем з'єднується з мембраною 4, а іншим – з молоточком 17.

Для відкриття необхідно важіль 14 підняти до зачеплення його з анкерним важелем 15. При цьому клапан 9 піднімається і відкриває прохід газу, який з мережі імпульсною трубкою поступить під мембрану 4. Настроювання клапанів на нижній діапазон спрацьовування проводиться обертанням штока 8, а на верхній діапазон — обертанням пробки 6.

Якщо контрольований тиск газу зростає вище за верхню межу, встановлену великою пружиною 5, мембрана 4, долаючи зусилля цієї пружини, піде вгору і поверне коромисло 16, зовнішній кінець якого вийде із зачеплення з упором молотка 17. Під дією вантажу молоток 17 впаде і ударить по вільному кінцю анкерного важеля 15, який звільнить важіль 14, що укріплений на валу, і клапан 9 під дією власної ваги і ваги вантажу важеля 14 опуститься на сидло корпусу 1 і перекриє прохід газу. Якщо контрольований тиск газу впаде нижче заданої нижньої межі, яка встановлена малою пружиною 7, мембрана 4 під дією цієї пружини піде вниз і опустить внутрішній кінець коромисла 16. При цьому зовнішній кінець коромисла 16 вийде із зачеплення з упором молотка, який впаде і закриє клапан.

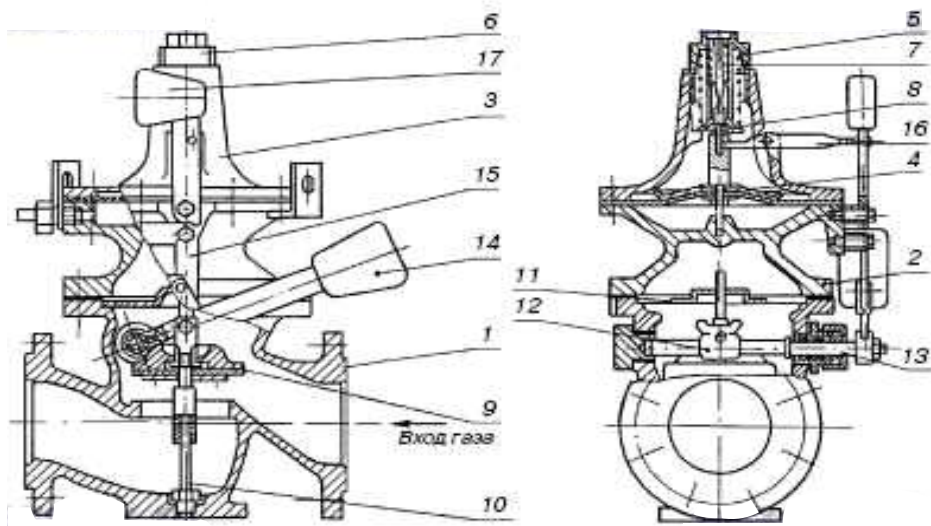


Рис. Л3.1 – Схема запобіжного запірнього клапана ПКН (ПКВ):

- 1 — корпус; 2 — перехідний фланець; 3 — кришка; 4 — мембрана; 5 — велика пружина;
 6 — пробка; 7 — мала пружина; 8 — шток; 9 — клапан; 10 — направляюча стійка;
 11 — тарілка; 12 — вилка; 13 — поворотний вал; 14 — важіль; 15 — анкерний важіль;
 16 — коромисло; 17 — молоток

4. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

4.1. Ознайомитися з характеристиками запобіжних запірних клапанів типу ПКН(В) (додаток 3).

4.2. Відкрити і зафіксувати запобіжний запірний клапан 9 на лабораторній установці (див. мал. 1).

4.3. Відкрити вхідну 6 і вихідну 7 засувки, закрити засувки 13 і 14 в байпасній лінії, відкрити вхідний кран, а також закрити крани 28-32 і 23.

4.4. Скинути залишковий тиск у системі шляхом відкриття і закриття продувочних кранів 33 і 34.

4.5. Встановити вхідний тиск на установці з допомогою електроконтактного манометра 18 в межах $P_{MAX} = 0,3$ МПа, а $P_{MIN} = 0,25$ МПа.

4.6. Відкрити крани 25, 26 і 27 в імпульсних лініях регулятора тиску і максимально відвернути регулювальний стакан 10 на «пілотові» регулятора тиску, встановивши вихідний тиск регулятора, що дорівнює нулю (контролювати тиск по вихідному манометру 17).

4.7. Включити компресор і після його виходу в автоматичний режим роботи встановити вихідний тиск регулятора 300 мм вод. ст.

4.8. Відкрити кран 24 в імпульсній лінії запобіжного запірнього клапана і закрити його шляхом опускання молотка 17 і важелів 14 і 15 (рис. Л3.1).

4.9. Проведіть налаштування меж спрацьовування ЗЗК ($\pm 25\%$ контрольованого тиску) в наступному порядку:

- установити верхню межу спрацьовування клапана (375 мм вод. ст.), змінюючи натягнення пружини 5 шляхом обертання пробки 6. Під час налаштування тиск в імпульсній трубці слід підтримувати декілька нижче встановленої верхньої межі. Звести ЗЗК, піднімаючи важелі 14, 15 і молоток до його зачеплення з коромислом 16. Потім повільно підвищити тиск і переконатися в тому, що клапан спрацьовує при встановленій верхній межі;

- установіть нижню межу спрацьовування клапана (225 мм вод. ст.), змінюючи натягнення пружини 7 шляхом обертання регулювального гвинта на штоку 8. Під час налаштування тиск в імпульсній трубці слід підтримувати декілька вище встановленої нижньої межі. Звести ЗЗК, піднімаючи важелі 14, 15 і молоток до його зачеплення з коромислом 16. Потім повільно знизити тиск і переконатися в тому, що клапан спрацьовує при встановленій нижній межі;

- після закінчення налаштування при відкритому ЗЗК підвищить тиск в імпульсній трубці і переконатися повторно в спрацьовуванні клапана при встановленні верхньої межі.

4.10. Встановити початковий вихідний тиск регулятора потім повільно підвищуючи його, визначить точність і час спрацьовування ЗЗК.

4.11. Звести ЗЗК і для встановленого вихідного тиску регулятора визначити точність і час спрацьовування ЗЗК при повільному пониженні тиску.

4.12. Провести налаштування меж спрацьовування ЗЗК ($\pm 15\%$ контрольованого тиску) у відповідності з п. 4.9.

4.13. Повторити пп. 4.10 і 4.11 для нових меж налаштування ЗЗК.

4.14. Відкрити на лабораторній установці кран 23 і налаштувати межу спрацьовування запобіжного скидного клапана ($+15\%$) контрольованого вихідного тиску відповідно до методики, що приведена в лабораторній роботі № 2.

4.15. Повторіть пп. 4.10 4.11 за спільної роботи ЗЗК і ЗСК при налаштуванні меж спрацьовування ЗЗК $\pm 25\%$ контрольованого тиску.

5. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт по виконану лабораторну роботу, яку представляють до захисту мусить містити наступне:

5.1. Мету лабораторної роботи;

5.2. Ескізний варіант схеми проведення випробувань відповідно до схеми лабораторної установки;

5.3. Опис призначення і принцип роботи ЗЗК;

5.4. Результати з експериментальними даними за визначенням точності і часу спрацьовування ЗЗК для різних налаштувань у довільній табличній формі;

5.5. Висновки по роботі.

6. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

6.1. Назвіть основне технологічне устаткування ГРП.

6.2. Для чого призначені запобіжні запірні клапани на ГРП?

6.3. На які діапазони вихідного тиску настроюють ЗЗК?

6.4. Яка допустима точність спрацьовування самостійних ЗЗК і ЗСК, що входять до складу конструкції комбінованих регуляторів тиску?

6.5. На якій відстані від регулятора тиску необхідно здійснювати відбір імпульсу контрольованого тиску ЗЗК?

6.6. До якої точки горизонтальної ділянки газопроводу і чому неприпустимо підключати імпульсний трубопровід ЗЗК?

6.7. Назвіть основні вимоги, які пред'являють до ЗЗК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гордюхин А.И. Эксплуатация газового хозяйства. Москва: Стройиздат, 1983.
2. Ионин А.А. Газоснабжение. – М. : Стройиздат, 1989. – 439 с.
3. Нубарян С.М. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции. Курс лекций для студентов специальности (ТГВ)– Харьков: ХНАГХ, 2007.- 147 с.
4. Промышленное газовое оборудование : справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов : Газовик, 2002. – 624 с.
5. Скафтымов Н.А. Основы газоснабжения. – Л. : Недра, 1975. – 343 с.
6. Стаскевич Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа – Л. : Недра, 1990. – 762 с.
7. Шур И.А. Газорегуляторные пункты и установки. Л.: Недра, 1985.

Додаток 1



Тип регулятора	Робочий тиск		Габаритні розміри, мм	Маса, кг
	$P_{ВХ}$, МПа	$P_{ВЫХ}$, кПа		
РДУК2Н-50/35	0,6	0,6-60	230×320×300	45
РДУК2В-50/35	1,2	60-600	230×320×300	45

Рис. Д1.1 – Регулятор тиску газу типу РДУК-2

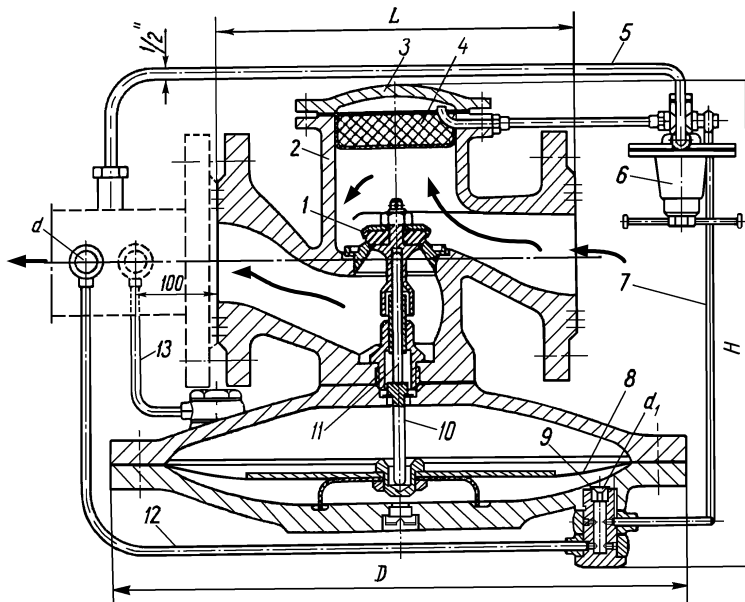


Рис. Д1.2 – Схема регулятора тиску газу типу РДУК-2

- 1 – золотник одностарільчатий з м'якою прокладкою; 2 – корпус;
 3 – кришка люка-ревізії; 4 – фільтр; 5 – імпульсна трубка до пілота; 6 – пілот КН (КВ); 7 – трубка для виходу газу з пілота; 8 – робоча мембрана;
 9 – дросельний отвір; 10 – шток; 11 – штовхач; 12 – трубка для скидання газу в газопровід кінцевого тиску; 13 - трубка для подачі імпульсу газу кінцевого тиску.

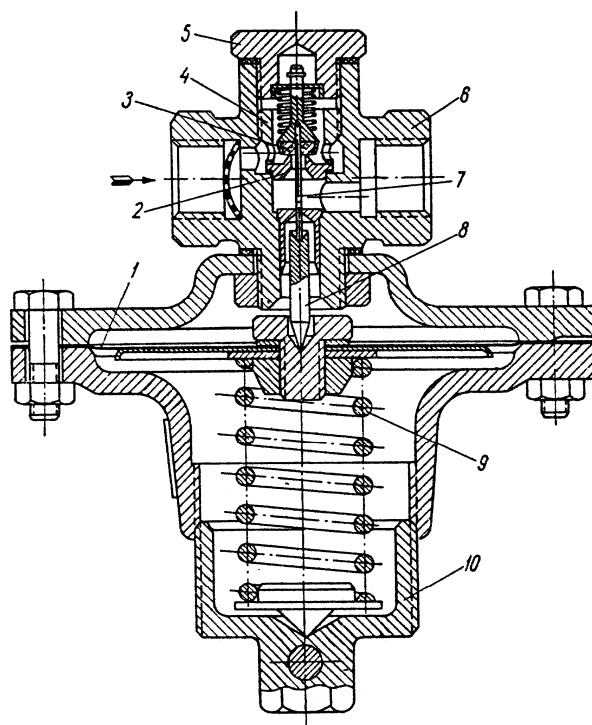


Рис. Д1.3 - Регулятор управління (пілот) КН2 (КВ2)

1 – мембрана; 2 – сідло; 3 – клапан; 4 – нажимна втулка сідла;
5 – пробка; 6 – корпус; 7 – шпилька; 8 – штовхач; 9 – пружина; 10 – стакан.

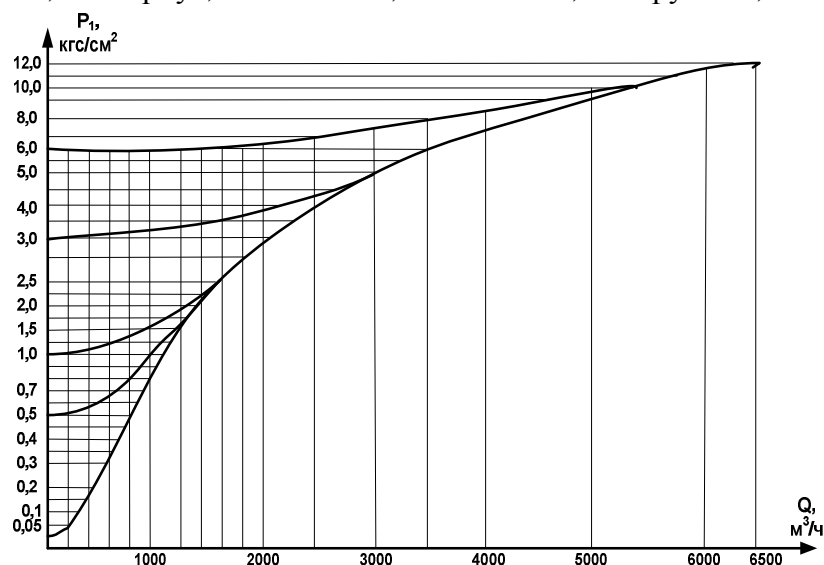


Рис. Д1.4 - Графік максимальної пропускної спроможності регуляторів РДУК2Н-50/35 і РДУК2В-50/35

У схемі регулятора тиску РДУК2 (рис. Д1.2) регулятор управління КН2 (рис. Д1.3) є командним приладом, а регулюючий клапан - виконавчим механізмом. Робота регулятора тиску здійснюється за рахунок енергії робочого середовища, що проходить. Газ вхідного тиску, окрім основного клапана, поступає через фільтр на малий клапан регулятора управління і після нього по сполучній трубці через демпфуючий дросель – під мембрану регулюючого клапана. Газ скидається в газопровід за регулятором тиску через скидну дросель. На мембрани регулюючого клапана і регулятора управління по сполучних трубках подається вихідний тиск газу. Завдяки безперервному потоку газу через скидний дросель тиск перед ним і, отже, під мембраною

регулюючого клапана завжди більше вихідного тиску. Різниця тиску по обидві сторони мембрани регулюючого клапана утворює підйомну силу мембрани, яка при будь-якому сталому режимі роботи регулятора врівноважується вагою рухомих частин і дією вхідного тиску на основний клапан. Підвищений тиск під мембраною регулюючого клапана автоматично регулюється малим клапаном регулятора управління, залежно від споживання газу і вхідного тиску перед регулятором. Зусилля вихідного тиску на мембрану регулятора управління постійно порівнюється із заданим при налаштуванні зусиллям нижньої пружини; будь-яке незначне відхилення вихідного тиску викликає переміщення мембрани і клапана регулятора управління. При цьому змінюється витрата газу, що проходить через малий клапан, а отже, і тиск під мембраною регулюючого клапана. Таким чином, за будь-якого відхилення вихідного тиску від заданого зміна тиску під великою мембраною викликає переміщення основного клапана в новий рівноважний стан, за якого вихідний тиск відновлюється. Наприклад, якщо при зменшенні споживання газу вихідний тиск підвищиться, то мембрана і клапан регулятора управління дещо опустяться. При цьому витрата газу через малий клапан зменшиться, що викличе зменшення тиску під мембраною регулюючого клапана. Основний клапан під дією вхідного тиску почне закриватися до тих пір, доки його прохідний перетин не відповідатиме новому споживанню газу і вихідний тиск не відновиться. Під час роботи хід мембрани і клапана регулятора управління, необхідний для повного ходу основного клапана, вельми малий, і зміна зусиль обох пружин на цьому малому ході, а також дію змінного вхідного тиску на малий клапан складають незначну частину від дії вихідного тиску на мембрану регулятора управління. Це означає, що регулятор при змінах споживання газу і вхідного тиску підтримує вихідний тиск за рахунок незначного відхилення від заданого. Практично ці відхилення складають приблизно 1–5 % від номіналу. Для подолання певної ваги рухомих частин регулюючого клапана при його відкритті і опору малого клапана потоку газу необхідний мінімальний перепад тиску 300 мм вод. ст.

Максимальна пропускна спроможність регуляторів РДУК-2 наведена на рил. Д1.4, де P_1 , P_2 - відповідно вхідний і вихідний тиск, кг/см^2 .

Додаток 2



Рис. Д2.1 – Запобіжний скидний клапан ЗСК-50

Таблиця Д2.1 - Технічні характеристики ЗСК-50

тип параметр	ЗСК-50Н/5	ЗСК-50Н/20	ЗСК-50С/50	ЗСК-50С/125	ЗСК-50С/300	ЗСК-50В/400	ЗСК-50В/700	ЗСК-50В/1000
Максимальний робочий тиск, кПа (кгс/см ²)	5 (0,05)	20 (0,2)	5 (0,05)	125 (1,25)	300 (3)	400 (4)	700 (7)	1000 (10)
Діапазон налаштування спрацювання, кПа	2-5	5-20	20-50	50-125	12-300	125-400	300-400	125-1000
Габаритні розміри, мм								
діаметр D	225	225	225	225	225	230	225	230
висота H	211	211	211	240	211	233	211	240
Маса, кг, не більше	6,82	6,82	6,82	6,82	6,82	7,0	6,82	6,9



Рис. Д2.2 Запобіжний скидний клапан СППК4Р-16

Таблиця Д2.2 - Технічні характеристики СППК4Р-16

	СППК4Р-50-16	СППК4Р-80-16	СППК4Р-100-16	СППК4Р-150-16
Регульоване середовище	природний газ по ГОСТ 5542-87			
Температура робочого середовища °С	від -40 до +600			
Максимальний робочий тиск, МПа	1,6	1,6	1,6	1,6
Межі регулювання (із змінними комплектами пружин), МПа	0,05–1,6	0,05–1,6	0,05–1,6	0,05–1,6
Ду приєднувального патрубку, мм				
входу	50	80	100	150
виходу	80	100	150	200
Габаритні розміри, мм	600×210×185	690×247×205	845×267×280	1055×345×315
Маса, кг, не більше	29	40	53	94

Додаток 3

Клапани запобіжні запірні типу ПКН (ПКВ) Ду 50, 100 і 200 призначені для припинення подачі газу споживачеві при виході контрольованого тиску за задані межі і установки в газорегуляторних пунктах і установках. Клапани виготовляють у кліматичному виконанні «У», категорії 4 по ГОСТ 15150-69. Випускаються у двох виконаннях: низького (ПКН) і високого тиску. Технічні характеристики ЗЗК типу ПКН наведені в таблиці. ДЗ.1, а зовнішній вигляд клапана на рис. ДЗ.1.



Рис. ДЗ.1 – Клапан запобіжний запірний ПКН(В)

Таблиця ДЗ.1 - Технічні характеристики запірних клапанів типу ПКН(В)

	ПКН(В)-50	ПКН(В)-100	ПКН(В)-200
Робочий тиск, МПа (кгс/см ²), не більше	1,2 (12)	1,2 (12)	1,2 (12)
Діапазон налаштування спрацьовування при пониженні контрольованого тиску, МПа (кг/см ²)			
ПКН	0,0003–0,003 (0,003–0,03)		
ПКВ	0,003–0,03 (0,03–0,3)		
Діапазон налаштування спрацьовування при підвищенні контрольованого тиску, МПа (кг/см ²)			
ПКН	0,002–0,06 (0,02–0,6)		
ПКВ	0,03–0,6 (0,3–6)		
Точність спрацьовування %	±5	±5	±5
Ду, мм	50	100	200
Габаритні розміри, мм:			
- довжина	385	388	600
- висота	478	591	742
- ширина	300	270	388
Маса, кг, не більше	33,2	72,7	143,3

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни
«Автоматизація систем теплогазопостачання і вентиляції»
(для студентів 5 курсу спеціальностей
7.06010107 і 8.06010107 - «Теплогазопостачання і вентиляція»)

Укладач **НУБАРЯН** Сергій Манукович

Відповідальний за випуск *І. І. Капцов*

Редактор *Д. Ф. Курильченко*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2011, поз. 143 М

Підп. до друку 06.04.2011р.
Друк на різнографі
Тираж 50 пр.

Формат 60х84/16.
Ум. друк. арк. 1,8
Зам. №_____

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.